

⑩ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3042343 A1

⑬ Int. Cl. 3:

G 03 B 41/16

G 01 T 1/29

A 61 B 6/00

⑭ Aktenzeichen:
⑮ Anmeldetag:
⑯ Offenlegungstag:

P 30 42 343.9

10. 11. 80

9. 6. 82

Beiördeneigentum

⑰ Anmelder:

Philips Patentverwaltung GmbH, 2000 Hamburg, DE

⑱ Erfinder:

Linde, Rolf, Ing.(grad.), 2081 Haseldorf, DE; Klotz, Erhard, Ing.(grad.), 2083 Halstenbek, DE; Mauser, Wilfried, Ing.(grad.); Weiß, Hermann, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 2000 Hamburg, DE

⑲ Tomosynthese-Verfahren und -Vorrichtung zur Erzeugung artefaktarmer Schichtbilder

DE 3042343 A1

DE 3042343 A1

10.11.80

3042343

~~22~~

PHD 80-159

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Erzeugung von Schichtbildern eines Objektes (6), das aus einer Vielzahl von Strahlenquellenpositionen zur Aufnahme von auf einen Aufzeichnungssträger (10) aufzuzeichnenden Perspektivbildern (11) durchstrahlt wird, die zur Erzeugung eines Schichtbildes mittels einer Abbildungsoptik (14), die den Strahlenquellenpositionen entsprechende Positionen einnimmt, auf einer lichtempfindlichen Schicht (16, 37) überlagert werden, wobei das erzeugte Schichtbild gespeichert wird,
10 dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich wenigstens einem Teil der zum Schichtbild gehörenden Perspektivbilder jeweils ein verwischtes Bild überlagert wird, das aus dem jeweiligen Perspektivbild gewonnen wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildintensität der verwischten Bilder der Bildintensität der im Schichtbild vorhandenen Artefakte entspricht.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die verwischten Bilder durch Überlagerung mehrerer vor und/oder hinter dem Schichtbild liegender Schichtbilder erzeugt werden.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die verwischten Bilder durch getrennte oder kombinierte Verschiebung des Aufzeichnungsträgers (10), der Abbildungsoptik (14) und der lichtempfindlichen Schicht (16, 37) in Richtung der optischen Systemachse (17) erzeugt werden.

30

10.11.80
143

3042343

PHD 80-159

12. Tomosynthese-Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder einem oder mehreren der folgenden, mit einer Beleuchtungseinrichtung (13) zur Durchleuchtung der auf dem Aufzeichnungsträger (10) befindlichen Perspektivbilder (11), mit einer Abbildungsoptik (14) zur Überlagerung der Perspektivbilder, und mit einer im Überlagerungsbereich positionierbaren, lichtempfindlichen Schicht (16, 37) zur Aufnahme der Perspektivbilder, wobei die Beleuchtungseinrichtung, die Abbildungsoptik und die lichtempfindliche Schicht relativ zueinander bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtintensität der Beleuchtungseinrichtung (13), die Apertur der Abbildungsoptik oder die Belichtungsdauer für einzelne oder alle Perspektivbilder gemeinsam veränderbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Abbildungsoptik (14) eine aus Abbildungselementen (15) bestehende Linsenmatrix vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 3 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der verwischten Bilder der Aufzeichnungsträger (10), die Linsenmatrix (14) und die lichtempfindliche Schicht (16, 37) jeweils getrennt oder kombiniert in Richtung der optischen Systemachse (17) relativ zueinander verschiebbar sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 5, 11 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungselemente (20, 21) in der Matrixebene untereinander verschiebbar angeordnet sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 7 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände der Abbildungselemente (15) untereinander fest sind und die Linsenmatrix (14) in der

10.11.80

152

PHD 80-159

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die verwischten Bilder durch eine maßstabsgetreue Änderung der Verteilung der von der Abbildungsoptik (14) einzunehmenden Positionen erzeugt werden.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Abbildungsoptik (14) nacheinander einzunehmenden Positionen auf geraden oder gekrümmten Bahnen liegen.

10

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der verwischten Bilder jeweils der Aufzeichnungsträger (10), die Abbildungsoptik (14) oder die lichtempfindliche Schicht (16, 37) senkrecht zur 15 optischen Systemachse (17) auf geraden oder gekrümmten Bahnen bewegt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die verwischten Bilder durch eine 20 mittels der Abbildungsoptik (14) vorgenommene Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Perspektivbilder erzeugt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsoptik (14) zusätzlich auf 25 geraden oder gekrümmten Bahnen bewegt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der verwischten Bilder im Strahlengang der Abbildungsoptik 30 (14) das Licht streuende oder beugende Elemente (36) angeordnet werden.

11. Verfahren nach Anspruch 6, 7 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die gekrümmten Bahnen kreis-, ellipsen- 35 spiralen- oder hyperzykloidenförmig sind.

10.11.80

154

PHD 80-159

Matrixebene verschiebbar angeordnet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Abbildungsoptik (14) ein einziges Objektiv vorgeschen ist, das nacheinander an die erforderlichen, in einer Matrixebene liegenden Positionen führbar ist.

18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die streuenden bzw. beugenden Elemente (36) Streuscheiben bzw. Gitter sind, die in der Nähe der Abbildungselemente (15) zwischen diesen und der lichtempfindlichen Schicht (37) angeordnet sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die streuenden bzw. beugenden Elemente (36) derart ausgebildet sind, daß mit ihrem zunehmenden Abstand von der optischen Systemachse (17) ihre Lichtablenkung zunimmt.

20. Anordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtempfindliche Schicht (16) ein photographischer Film ist.

21. Anordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtempfindliche Schicht (37) die Eingangsfläche eines opto-elektronischen Bildwandlers (38) ist, der über einen Bildspeicher (39) mit einer Bilddarstellungseinrichtung (40) verbunden ist.

10.11.80

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH

PHD 80-159

"Tomosynthese-Verfahren und -Vorrichtung zur
Erzeugung artefaktarmer Schichtbilder"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von Schichtbildern eines Objektes, das aus einer Vielzahl von Strahlenquellenpositionen zur Aufnahme von auf einen Aufzeichnungsträger aufzuzeichnenden Perspektivbildern durchstrahlt wird, die zur Erzeugung eines Schichtbildes mittels einer Abbildungsoptik, die den Strahlenquellenpositionen entsprechende Positionen einnimmt, auf einer lichtempfindlichen Schicht überlagert werden, wobei das erzeugte Schichtbild gespeichert wird.

Derartige Verfahren bzw. Vorrichtungen sind allgemein bekannt, beispielsweise aus der DE-OS 27 46 035. Die mit ihnen erzeugten Schichtbilder sind jedoch aufgrund der bei der Tomosynthese nur in beschränkter Anzahl zur Verfügung stehenden Strahlenquellen bzw. Projektionsrichtungen artefaktbehaftet. Mit den bekannten Verfahren wird jeweils eine Objektschicht mit einer Stärke dargestellt, die der Anzahl n der Strahlenquellen bzw. Projektionsrichtungen proportional ist, während das Schichtbild von $n(n-1)$ Artefakte erzeugenden Störbildern mit der Stärke eins umgeben ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, die bekannten Tomosynthese-Verfahren bzw. Vorrichtungen so weiterzubilden, daß mit ihnen eine artefaktärmere Schichtdarstellung möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zusätzlich wenigstens einem Teil der zum Schichtbild gehörenden Perspektivbilder jeweils ein verwischtes Bild überlagert wird, das aus dem jeweiligen Perspektivbild gewonnen wird.

10.11.80

76

PHD 80-159

Ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugtes Schichtbild besteht somit aus einem in bekannter Weise erzeugten (ursprünglichen) Schichtbild, das durch einfache Überlagerung der Perspektivbilder zustandekommt und somit artefaktbehaftet ist, und aus verwischten Bildern, die jeweils aus einem Perspektivbild durch Verwischung erzeugt und diesem wiederum überlagert sind. Die im ursprünglichen Schichtbild vorhandenen Artefakte werden auf diese Weise verschmiert und treten daher als solche nicht mehr in Erscheinung. Zwar tritt dadurch eine gewisse Kontrastverminderung des dann entstehenden Schichtbildes gegenüber dem ursprünglichen Schichtbild auf, es wird dafür aber umso leichter, tatsächlich vorhandene Objektstrukturen von Artefakten zu unterscheiden.

15

Natürlich kann die Bildintensität der verwischten Bilder der Bildintensität der im Schichtbild vorhandenen Artefakte entsprechen, so daß diese noch optimaler verschmiert werden können. Unter Bildintensität ist in diesem Falle z.B. die Schwärzung auf einem Röntgenfilm oder die Größe des elektronischen Bildsignals eines opto-elektronischen Bildwandlers, der die optischen Bilder in elektronische Bilder umwandelt, zu verstehen.

25 Die Verwischung der Perspektivbilder bzw. die Erzeugung der verwischten Bilder kann gemäß der Erfindung z.B. durch Überlagerung mehrerer vor und/oder hinter dem ursprünglichen Schichtbild liegender Schichtbilder vorgenommen werden. Die einzelnen Schichtbilder werden dabei dem z.B. auf einem 30 Film oder auf einer anderen lichtempfindlichen (Speicher-) Schicht gespeicherten, ursprünglichen Schichtbild überlagert. Dies kann beispielsweise durch eine geeignete Verschiebung des Films im Überlagerungsbereich der Perspektivbilder oder durch eine Verschiebung des Aufzeichnungsträgers 35 bzw. der Abbildungsoptik, jeweils in Richtung der optischen

10.11.80

PHD 80-159

Systemachse, erfolgen.

Die Verwischung der Perspektivbilder kann aber auch durch eine maßstabsgetreue Änderung der Verteilung der von der Abbildungsoptik einzunehmenden Positionen vorgenommen werden, so daß die entsprechenden Schichtbilder nacheinander auf einen einzigen, ruhenden Film dem ursprünglichen Schichtbild überlagert aufgezeichnet werden können. Dabei können die von der Abbildungsoptik nacheinander einzunehmenden Positionen auf geraden oder gekrümmten Bahnen liegen.

10

Natürlich können die Perspektivbilder auch in anderer geeigneter Weise verwischt und dem ursprünglichen Schichtbild bzw. den ursprünglichen Perspektivbildern überlagert werden.

15

Beispielsweise können nach Erzeugung des ursprünglichen Schichtbildes jeweils der die Perspektivbilder tragende Aufzeichnungsträger, die Abbildungsoptik oder die lichtempfindliche Speicherschicht senkrecht zur optischen Systemachse auf geraden oder gekrümmten Bahnen bewegt werden.

20

Ebenso kann die Verwischung der Perspektivbilder durch eine mittels der Abbildungsoptik vorgenommene Vergrößerung oder Verkleinerung der Perspektivbilder oder durch im Strahlengang der Abbildungsoptik angeordnete, das Licht streuende oder beugende Elemente vorgenommen werden.

25

In allen genannten Fällen kann die lichtempfindliche Speicherschicht auch durch die Eingangsfläche eines opto-elektronischen Bildwandlers ersetzt werden, so daß die verwischten Bilder dem ursprünglichen Schichtbild überlagert in einem Bildspeicher abgespeichert und danach mittels einer Bilddarstellungseinrichtung dargestellt werden können.

30 35 Die Zeichnung stellt Ausführungsbeispiele der Erfindung

3042343

10.11.80
~~18~~
PHD 80-159

dar. Es zeigen:

Fig. 1 eine Anordnung zur Durchstrahlung des
Objektes und zur Aufzeichnung von
Perspektivbildern,
5 Fig. 2 eine Anordnung zur Überlagerung der aufge-
zeichneten Perspektivbilder mit einer
Linsenmatrix,
10 Fig. 3a, b verschiedene Linsenmatrizen, bei denen
die Abstände der Abbildungselemente
maßstabsgetreu veränderbar sind und
die Positionen der Abbildungselemente
auf geraden oder gekrümmten Bahnen
liegen,
15 Fig. 4a-c unterschiedliche Bewegungsformen zur Ver-
wischung der Perspektivbilder bei einer
Linsenmatrix mit fest zueinander posi-
tionierten Abbildungselementen, und
Fig. 5 eine Anordnung zur Überlagerung der
Perspektivbilder, bei der im Strahlen-
gang der Abbildungselemente das Licht
streuende oder beugende Elemente ange-
ordnet sind.

25. In Fig. 1 ist eine bekannte Tomosynthese-Anordnung darge-
stellt. Sie besitzt mehrere, z.B. fünfundzwanzig in einer
Strahlenquellenebene 1 angeordnete Strahlenquellen 2, deren
durch Blenden 3 ausgeblendete Strahlenbündel 4 ein auf einem
Objektisch 5 liegendes Objekt 6 aus unterschiedlichen
30 Perspektiven durchstrahlen. Die Strahlenquellen 2 können
z.B. in einem gemeinsamen Tank 7 angeordnete Röntgenröhren
und das Objekt 6 ein zu diagnostizierender menschlicher
Körper sein. Natürlich kann auch eine einzelne Strahlen-
quelle vorgesehen sein, die nacheinander an die entsprechen-
35 den Strahlenquellenpositionen geführt wird. Die Strahlen-

10.11.80:
89

3042343

PHD 80-159

bündel 4 durchstrahlen dabei das Objekt 6 so, daß die in einer innerhalb des Objektes 6 zu liegen kommenden Durchstrahlungsebene 8 vorhandenen Querschnitte der Strahlenbündel 4 etwa gleich groß sind und sich nahezu vollständig überdecken. Die Strahlenbündel 4 besitzen dann einen gemeinsamen Überlagerungsbereich 9, der in der Durchstrahlungsebene 8 seine größte Ausdehnung besitzt und sich mit zunehmendem Abstand von ihr verjüngt.

10 Die Strahlenbündel 4 treffen, nachdem sie das Objekt 6 durchdrungen haben, auf einen Aufzeichnungsträger 10 zur Aufzeichnung eines aus einzelnen Perspektivbildern 11 bestehenden kodierten Bildes 12. Der Aufzeichnungsträger 10 kann z.B. ein Röntgenfilm sein, auf dem die Perspektivbilder 11 getrennt oder sich einander überlagernd aufgezeichnet sind.

Eine Dekodieranordnung zur Erzeugung von Schichtbildern des Objektes 6 aus den Perspektivbildern 11 ist in Fig. 2 dargestellt. Sie besitzt einen Lichtkasten 13 zur Durchleuchtung der auf dem Aufzeichnungsträger 10 aufgezeichneten Perspektivbilder 11 und eine Linsenmatrix 14 (Abbildungsoptik), deren Abbildungselemente bzw. Linsen 15 die einzelnen Perspektivbilder 11 derart überlagert auf einer lichtempfindlichen Speicherschicht 16 abbilden, daß dort ein Schichtbild des Objektes 6 entsteht. Die Linsen 15 besitzen untereinander feste Abstände und sind in der Matrixebene entsprechend der ebenen Verteilung der Strahlenquellen angeordnet.

30 Das jeweils auf der lichtempfindlichen Speicherschicht 16 (z.B. ein photographischer Film) in bekannter Weise erzeugte, ursprüngliche Schichtbild ist, wie bereits erwähnt, artefaktbehaftet, da jeweils eine Objektschicht mit einer zur Zahl n der Strahlenquellen proportionalen

10.11.80
PHD 80-159

Stärke abgebildet wird, während gleichzeitig das Schichtbild von $n(n-1)$ Störbildern wesentlich geringerer Stärke (Bildintensität) umgeben ist, durch die Artefakte im Schichtbild erzeugt werden.

5

Um diese Artefakte im ursprünglichen Schichtbild zu vermindern bzw. zu verschmieren, damit die tatsächlichen Objektstrukturen deutlicher hervortreten, werden dem ursprünglichen Schichtbild weitere Bilder von Schichten überlagert, die im Objekt vor und/oder hinter der im ursprünglichen Schichtbild dargestellten Körperschicht liegen. Dabei wird jedem zum ursprünglichen Schichtbild gehörenden Perspektivbild ein verwisches Bild überlagert, das aus dem jeweiligen Perspektivbild hervorgeht.

15

Diese Überlagerung kann z.B. so erfolgen, daß nach der Erzeugung des ursprünglichen Schichtbildes auf der Speicherschicht 16 die Helligkeit des Lichtkastens 13 so eingestellt wird, daß die Bildintensität der verwischten Bilder der 20 Bildintensität der im Schichtbild vorhandenen Artefakte entspricht. Die Speicherschicht 16 wird dann in Richtung der optischen Systemachse 17, z.B. im Tiefenschärfebereich 18 der Linsen 15, verschoben, so daß nacheinander mehrere Schichtbilder zusätzlich auf sie aufbelichtet werden. Natürlich kann dies auch durch eine gleichzeitige Bewegung 25 der Speicherschicht 16 und der Linsenmatrix 14 in Richtung der optischen Systemachse 17 oder durch eine entsprechende Verschiebung von Aufzeichnungsträger 10, Lichtkasten 13 und Speicherschicht 16 bei ruhender Linsenmatrix 14 erfolgen. Ebenso ist eine entsprechende kombinierte Bewegung 30 von Lichtkasten 13, Aufzeichnungsträger 10 und Linsenmatrix 14 relativ zur ruhenden Speicherschicht 16 möglich. Zur Erzeugung von Schrägschichten kann die lichtempfindliche Schicht 16 auch schräg zur optischen Systemachse 17 angeordnet sein.

10.11.80

TM

PHD 80-159

Statt der Speicherschicht 16 kann auch ein opto-elektronischer Bildwandler (siehe Fig. 5) eingesetzt werden, so daß die einzelnen Bilder (Schicht- bzw. Perspektivbilder) elektronisch in einem Bildspeicher sich einander über- 5 lagernd abgespeichert und z.B. mittels eines Monitors dar- gestellt werden können.

Ein ursprüngliches Schichtbild kann zur Verminderung seiner Artefakte ferner auch mit Schichtbildern überlagert werden, 10 die bzw. deren Perspektivbilder durch eine maßstabsgerechte Änderung der Verteilung der Positionen der Abbildungselemente 15 verwischt werden. In jedem Augenblick entspricht dabei die Verteilung der Abbildungselemente 15 der maßstabsgereu veränderten Verteilung der Positionen der Strahlenquellen 2 15 zur Aufnahme der Perspektivbilder 11.

Anordnungen, die eine derartige Verschiebung der Abbildungselemente bzw. Linsen 15 in der Matrixebene zulassen, sind in den Fig. 3a, b dargestellt. Einzelheiten wie Federn, Lager, Schrauben usw. sind aber nicht detailliert ge- 20 zeichnet. Die Linsenmatrix 19 entspricht dabei der Linsen- matrix 1/4 aus Fig. 2. Die äußeren Linsen 20 und die inneren Linsen 21 können in radial zum Zentrum 22 (Nullpunkt des Koordinatensystems X, Y) der Linsenmatrix 19 verlaufenden Schlitzen 23 einer Aufnahmeplatte P mit Führungs-Verschiebe- 25 leisten 24, 25 in X- bzw. Y-Richtung des Koordinatensystems X, Y entweder von Hand oder mittels elektromechanischer Stellglieder verschoben werden (Pfeile X, Y). Im Koordinaten- zentrum befindet sich ebenfalls eine Linse, die aber fest positioniert ist. Die Verschiebung erfolgt für alle Linsen 30 20, 21 gleichzeitig, so daß eine kontinuierliche Dekodierung des kodierten Bildes 12 (vgl. Fig. 1) erfolgen kann. Der Verschiebeweg für die inneren Linsen 21 ist dabei kleiner als für die äußeren Linsen 20.

35 In der Fig. 3b ist eine weitere Ausführungsform einer Linsen-

10.11.80
PHD 80-159

matrix 26 mit verschiebbaren Linsen 27 dargestellt. Die Linsenmatrix 26 besteht dabei aus einer ebenen ersten Platte 28 mit radial zum Zentrum 29 der Linsenmatrix 26 verlaufenden Führungsschlitten 30a-c, in denen die Linsen 27 angeordnet sind. Auf der ersten Platte 28 liegt eine zweite Platte 31 mit spiralförmig zum Zentrum 29 verlaufenden Führungsschlitten 32a-c für die Linsen 27. Werden nun die Platten 28, 31 um eine senkrecht zu den Plattenebenen und durch das Zentrum 29 verlaufende Achse gegeneinander gedreht, so können die Linsen 27 radial aus ihren ursprünglichen Positionen P1, P2, P3 in die Positionen P1', P2', P3' verschoben werden. Die Linsen 27 können dazu mit in beide Führungsschlitte 30, 32 eingreifende Elementen versehen sein.

15 Mittels der beiden Linsenmatrizen 19, 26 können die Linsen 20, 21 bzw. 27 entlang gerader Bahnen verschoben werden. Die Anordnung nach Fig. 3b erlaubt aber auch eine Verschiebung entlang gekrümmter Bahnen, wenn die Schlitte 30a-c 20 in der ersten Platte 28 ebenfalls gekrümmmt sind, d.h., die Abbildungsoptik bzw. deren Elemente (Linsen) nehmen nacheinander Positionen ein, die auf geraden der gekrümmten Bahnen liegen. Die Schlitte 30a-c können dabei z.B. kreis- oder ellipsenförmig ausgebildet sein.

25 Es ist natürlich auch möglich, sowohl das ursprüngliche als auch die verwischten Schichtbilder mittels einer einzigen Linse bzw. mittels eines einzigen Objektivs zu rekonstruieren, das nacheinander an die entsprechenden 30 Positionen in der Matrixebene zur Abbildung der Perspektivbilder geführt wird. Nachdem auf diese Weise das ursprüngliche Schichtbild rekonstruiert wurde, kann anschließend mit der einzigen Linse bzw. dem Objektiv die Verwischung der Perspektivbilder vorgenommen werden. Hierzu kann 35 die Linse bzw. das Objektiv auf geraden, ellipsenförmigen,

10.11.80

13

PHD 80-159

kreisförmigen, spiralförmigen oder hyperzykloidalen Bahnen bewegt werden. Die Verwischungsbahnen können z.B. den in Fig. 4b, c dargestellten Bahnen entsprechen. Die durchlaufenen Bahnen können sich aber auch aus maßstäblich vergrößerten bzw. verkleinerten, der ebenen Strahlenquelleverteilung entsprechenden Verteilungen ergeben.

Die Linse bzw. das Objektiv kann z.B. mittels elektromechanischer Verschiebeglieder (nicht dargestellt) unter Steuerung eines Mikroprozessors verschoben werden. Es ist ferner möglich, den Intensitätsverlust der Perspektivbilder, der dadurch zustandekommt, daß das abbildende Element nicht direkt über dem Perspektivbild, sondern seitlich versetzt zu ihm liegt, durch eine entsprechend längere Belichtungszeit der Speicherschicht, eine größere Apertur oder durch eine entsprechende Veränderung der Helligkeit der Beleuchtungseinrichtung (Lichtkasten 13) auszugleichen. Alle Perspektivbilder sollten möglichst mit gleicher Stärke (z.B. Schwärzung auf dem photographischen Film) aufgezeichnet werden.

Eine weitere Methode zur Verwischung der Perspektivbilder besteht darin, entweder nur den sie tragenden Aufzeichnungsträger 10 (vgl. Fig. 2), die Linsenmatrix 14, deren Linsen 15 in festem Abstand zueinander angeordnet sind, oder die lichtempfindliche Schicht 16 senkrecht zur optischen Systemachse 17 auf geraden oder gekrümmten Bahnen zu bewegen. In Fig. 4 ist dies beispielsweise für die Bewegung der Linsenmatrix 14 aus Fig. 1 dargestellt. In Fig. 4a sind nur die Zentren 33 der ruhenden Linsen angegeben, mit denen im ersten Schritt das ursprüngliche, artefaktbehaftete Schichtbild rekonstruiert wird. Zur Erzeugung der verwischten Perspektivbilder wird dann die gesamte Linsenmatrix senkrecht zur optischen Systemachse 17 derart verschoben, daß die Linsenzentren, wie in den Figuren 4b und c dargestellt, auf

10.11.80

10/4

PHD 80-159

kreisförmigen 34 bzw. hyperzykloidalen Bahnen 35 oder anderen Bahnen, z.B. spiralförmigen, umlaufen. Eine derartige Verschiebung der Elemente 11, 14 bzw. 16 kann ebenfalls mittels elektromechanischer Verschiebeglieder vorgenommen werden, die z.B. durch einen Mikroprozessor ange-
5 steuert werden.

Die Perspektivbilder können aber auch durch eine mit Hilfe der Abbildungselemente vorgenommene Vergrößerung oder Verkleinerung verwischt werden (z.B. mit Hilfe von Zoom-
10 Objektiven). Dadurch kommt es zu einer ständigen Änderung der Größe und Lage der Schichtdetails der dem ursprünglichen Schichtbild zu überlagernden Schichtbilder und somit zu dem gewünschten Verwischungseffekt. Natürlich können auch die
15 zur Vergrößerung bzw. Verkleinerung geeigneten Abbildungselemente zu einer zusätzlichen Verwischung der Perspektivbilder auf geraden oder gekrümmten Bahnen in der Matrix-
ebene bewegt werden.

20 Eine andere Möglichkeit, die Perspektivbilder zu ver-
wischen, besteht darin, im Strahlengang der Abbildungselemente das Licht streuende oder beugende Elemente anzu-
ordnen.

In Fig. 5 befinden sich dazu in der Nähe der Linsen 15
25 zwischen diesen und der lichtempfindlichen Schicht 37
Streuscheiben 36, die aber erst nach der Erzeugung des ursprünglichen Schichtbildes vor die Linsen 15 geschoben werden. Die Streuscheiben 36 können dabei das Licht umso
stärker ablenken, je weiter sie von der optischen System-
30 achse 17, die senkrecht zur Linsenmatrix 14 bzw. senkrecht zum Aufzeichnungsträger 10 verläuft, angeordnet sind. Statt der Streuscheiben 36 können auch das Licht abbeugende Gitter
(nicht dargestellt) eingesetzt werden, die z.B. ebenfalls das
Licht umso stärker beugen, je weiter sie sich von der
35 optischen Systemachse 17 befinden. Die Gitterstellungen sind

10.11.80

X5

PHD 80-159

dabei vorzugsweise so gewählt, daß die Gitterfurchen jeweils unterschiedlicher Gitter verschiedene Richtungen besitzen. Die zunehmende Lichtablenkung mit steigendem Abstand der streuenden bzw. beugenden Elemente von der 5 optischen Systemachse 17 ist hierbei vergleichbar mit der zunehmenden Verschiebung der äußeren Abbildungselemente der Abbildungsmatrix bei der maßstabsgereuen Änderung der Verteilung der Abbildungselemente. Selbstverständlich kann zur Verwischung von Perspektivbildern 10 auch nur eine begrenzte Anzahl von Abbildungselementen mit streuenden bzw. beugenden Elementen versehen sein.

Die lichtempfindliche Schicht 37 kann auch hier wieder 15 eine Speicherschicht, z.B. ein photographischer Film, sein. Sie kann aber auch die Eingangsfläche eines opto-elektronischen Bildwandlers 38 sein, der die auf die Schicht 37 auftreffenden Bilder in digitale Bilder umsetzt, so daß diese in einem mit ihm verbundenen Bildspeicher 39 gespeichert und einander überlagert werden 20 können. Zur Darstellung des Speicherinhalts bzw. der artefaktarmen Schichtbilder dient dann eine mit dem Bildspeicher verbundene Bilddarstellungseinrichtung, z.B. ein Monitor 40.

-16-

Leerseite

10.
-19-

Nummer:
Int. Cl.3:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

3042343

3042343
G 03 B 41/16
10. November 1980
9. Juni 1982

1/3

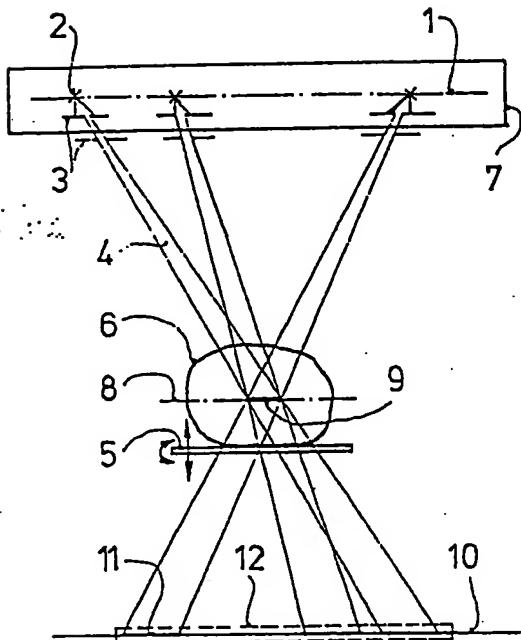


Fig.1

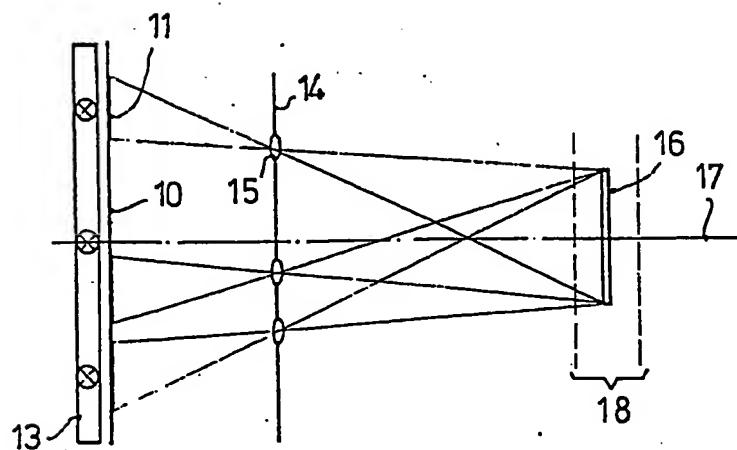


Fig.2

10.11.80
-12-

3042343

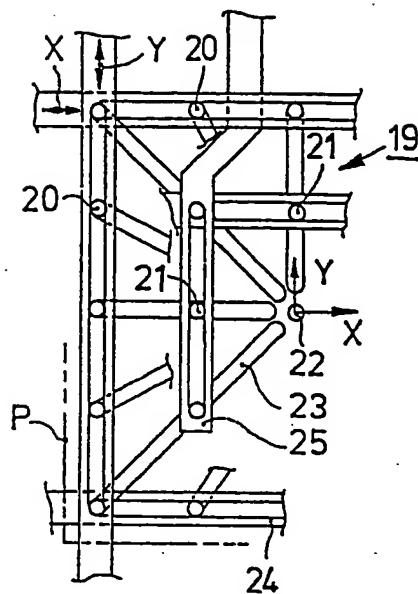


Fig. 3a

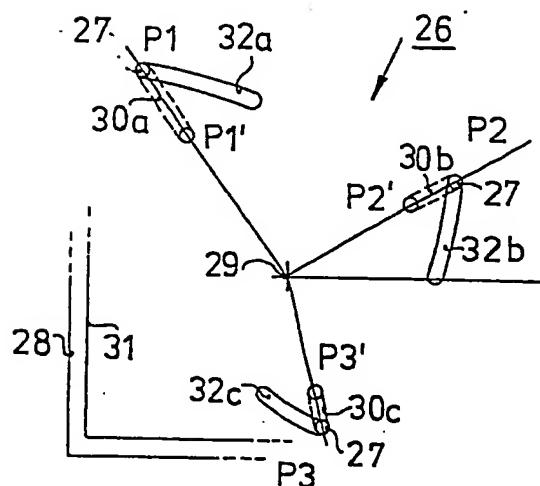
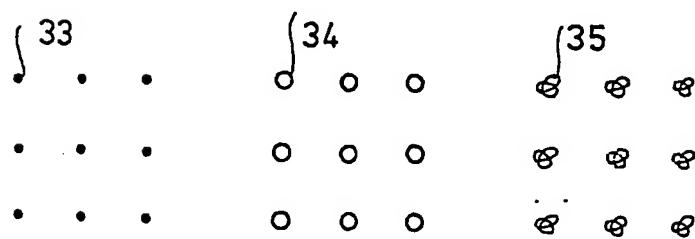


Fig. 3b



a) b) c) Fig. 4

10.11.80
-18-

3042343

3/3

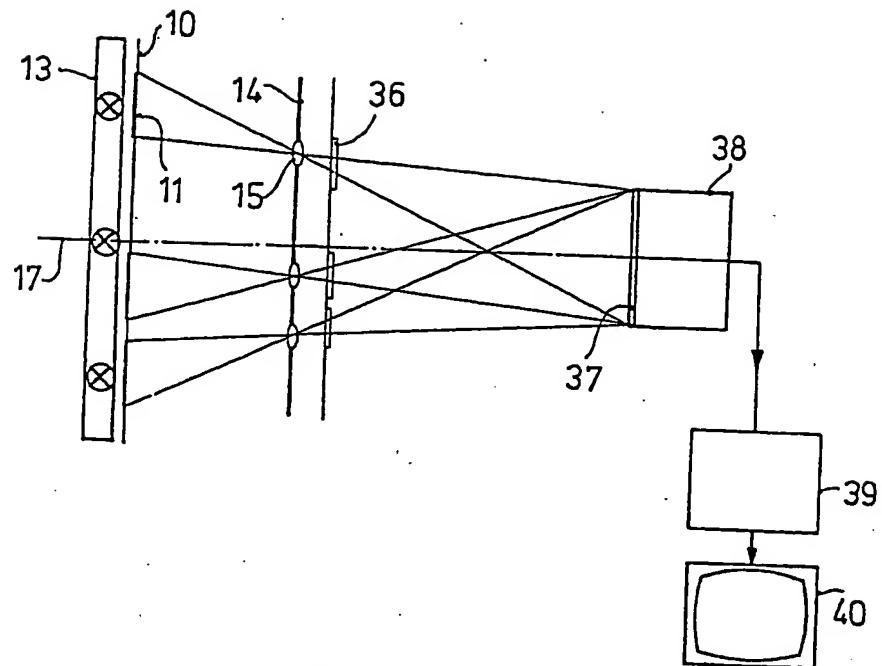


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.